

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ  
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»  
(ТУСУР)



УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по УР

Документ подписан электронной подписью

Сертификат: a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Владелец: Семенко Павел Васильевич

Действителен: с 17.09.2019 по 16.09.2024

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**АДАПТИВНЫЕ ЦИФРОВЫЕ АНТЕННЫЕ РЕШЁТКИ**

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**

Направление подготовки / специальность: **11.04.01 Радиотехника**

Направленность (профиль) / специализация: **Радиотехнические системы**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **Передовая инженерная школа «Электронное приборостроение и системы связи»  
(ПИШ)**

Кафедра: **передовая инженерная школа (ПИШ)**

Курс: **2**

Семестр: **3**

Учебный план набора 2023 года (индивидуальный учебный план, гр. 913-М-инд3)

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

| Виды учебной деятельности          | 3 семестр | Всего | Единицы |
|------------------------------------|-----------|-------|---------|
| Лекционные занятия                 | 18        | 18    | часов   |
| Практические занятия               | 18        | 18    | часов   |
| Самостоятельная работа             | 36        | 36    | часов   |
| Общая трудоемкость                 | 72        | 72    | часов   |
| (включая промежуточную аттестацию) | 2         | 2     | з.е.    |

| Формы промежуточной аттестации | Семестр |
|--------------------------------|---------|
| Зачет с оценкой                | 3       |

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели дисциплины

1. Подготовка специалистов в области создания и обеспечения функционирования адаптивных цифровых антенных решёток.

### 1.2. Задачи дисциплины

1. Получение студентами знаний основ теории антенных систем, используемых в мобильной радиосвязи.

2. Изучение законов распространения радиоволн в различных условиях.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).

Индекс дисциплины: Б1.В.1.01.ДВ.02.20.

Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

## 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):

Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

| Компетенция  | Индикаторы достижения компетенции   | Планируемые результаты обучения по дисциплине  |
|--|---|--|
| <b>Универсальные компетенции</b>                                   |   |  |
| -  | -   | -  |
| <b>Общепрофессиональные компетенции</b>                            |   |  |
| -  | -   | -  |
| <b>Профессиональные компетенции</b>                                |   |  |
| ПК-3. Способен проектировать объекты профессиональной деятельности | ПК-3.1. Знает методики проектирования объектов профессиональной деятельности  | Знает принципы действия и методы анализа основных типов антенн, используемых в системах подвижной радиосвязи; методы и алгоритмы моделирования процессов в антенных решетках |
|  | ПК-3.2. Умеет эффективно применять современные средства разработки при проектировании объектов профессиональной деятельности. | Умеет рассчитывать зоны покрытия для различных типов антенн, оценивать уровень безопасности базовых станций и абонентских терминалов   |
|  | ПК-3.3. Владеет современными технологиями проектирования объектов профессиональной деятельности                               | Владеет навыками экспериментального исследования параметров антенн различных типов, а также разработки программ для расчёта основных характеристик антенн                    |

## 4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц, 72 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

| Виды учебной деятельности   | Всего часов | Семестры  |
|---|-------------|-----------|
|   |             | 3 семестр |
| <b>Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего</b>   | 36          | 36        |
| Лекционные занятия  | 18          | 18        |
| Практические занятия  | 18          | 18        |
| <b>Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего</b> | 36          | 36        |
| Подготовка к зачету с оценкой   | 18          | 18        |
| Подготовка к тестированию   | 18          | 18        |
| <b>Общая трудоемкость (в часах)</b>   | 72          | 72        |
| <b>Общая трудоемкость (в з.е.)</b>  | 2           | 2         |

## 5. Структура и содержание дисциплины

### 5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

| Названия разделов (тем) дисциплины  | Лек. зан., ч | Прак. зан., ч | Сам. раб., ч | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|--------------|---------------|--------------|----------------------------|-------------------------|
|   |              |               |              |                            |                         |
| 1 Одиночные антенные излучатели   | 2            | 6             | 4            | 12                         | ПК-3                    |
| 2 Система двух связанных вибраторов   | 2            | -             | 4            | 6                          | ПК-3                    |
| 3 Линейные антенные решетки   | 2            | 4             | 4            | 10                         | ПК-3                    |
| 4 Адаптивные цифровые антенные решетки  | 2            | -             | 4            | 6                          | ПК-3                    |
| 5 Питание и согласование антенных решеток   | 2            | -             | 4            | 6                          | ПК-3                    |
| 6 Апертурные антенны  | 2            | 8             | 4            | 14                         | ПК-3                    |
| 7 Электромагнитная безопасность подвижной радиосвязи  | 2            | -             | 4            | 6                          | ПК-3                    |
| 8 Условия распространения радиоволн в сетях мобильной связи   | 2            | -             | 4            | 6                          | ПК-3                    |
| 9 Распространение радиоволн в свободном пространстве. Распространение земных радиоволн. Расчет зон обслуживания базовых станций | 2            | -             | 4            | 6                          | ПК-3                    |
| Итого за семестр  | 18           | 18            | 36           | 72                         |                         |
| Итого   | 18           | 18            | 36           | 72                         |                         |

### 5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

| Названия разделов (тем) дисциплины | Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) | Трудоемкость (лекционные занятия), ч | Формируемые компетенции |
|------------------------------------|--|--------------------------------------|-------------------------|
|                                    |  |                                      |                         |

| <b>3 семестр</b>                                     |   |   |      |
|--|---|---|------|
| 1 Одиночные антенные излучатели                      | Симметричные линейные вибраторы. Несимметричный заземлённый вертикальный вибратор. Волноводно-щелевые излучатели. Полосковые вибраторы  | 2 | ПК-3 |
|  | Итого   | 2 |      |
| 2 Система двух связанных вибраторов                  | Основные понятия и характеристики. Система из двух параллельных синфазных вибраторов. Система из двух параллельных противофазных вибраторов. Симметричный вибратор над плоским экраном. Система «пассивный вибратор – активный вибратор»      | 2 | ПК-3 |
|  | Итого   | 2 |      |
| 3 Линейные антенные решетки                          | Основные понятия и характеристики. Линейные решётки поперечного излучения. Линейные решётки наклонного излучения. Линейные решётки осевого излучения. Антенные решётки с неравномерным амплитудным распределением. Волноводно-щелевые решётки | 2 | ПК-3 |
|  | Итого   | 2 |      |
| 4 Адаптивные цифровые антенные решетки               | Принципы адаптивного управления диаграммой направленности. Алгоритмы определения направления прихода сигналов. Алгоритмы подавления помех и формирования диаграммы направленности   | 2 | ПК-3 |
|  | Итого   | 2 |      |
| 5 Питание и согласование антенных решеток            | Системы питания антенных решеток. Согласование излучателей в системе  | 2 | ПК-3 |
|  | Итого   | 2 |      |
| 6 Апертурные антенны                                 | Излучение из открытого конца прямоугольного и круглого волноводов. Параболические антенны. Рупорные антенны   | 2 | ПК-3 |
|  | Итого   | 2 |      |
| 7 Электромагнитная безопасность подвижной радиосвязи | Биофизические аспекты влияния ЭМП на организм человека. Электромагнитная безопасность абонентских аппаратов мобильной связи. Электромагнитная безопасность базовых станций мобильной связи  | 2 | ПК-3 |
|  | Итого   | 2 |      |

|   |   |    |      |
|---|---|----|------|
| 8 Условия распространения радиоволн в сетях мобильной связи   | Атмосфера Земли и её параметры, влияющие на распространение РВ. Рефракция радиоволн в тропосфере. Модели замираний радиоволн  | 2  | ПК-3 |
|   | Итого   | 2  |      |
| 9 Распространение радиоволн в свободном пространстве. Распространение земных радиоволн. Расчет зон обслуживания базовых станций | Основные потери радиосвязи. Множитель ослабления для коротких радиотрасс. Поглощение радиоволн земной поверхностью. Зоны обслуживания сотовой связи. Зоны обслуживания мобильного телевидения | 2  | ПК-3 |
|   | Итого   | 2  |      |
| Итого за семестр  |   | 18 |      |
| Итого   |   | 18 |      |

### 5.3. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.3.

Таблица 5.3. – Наименование практических занятий (семинаров)

| Названия разделов (тем) дисциплины | Наименование практических занятий (семинаров) | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|------------------------------------|---|-----------------|-------------------------|
| <b>3 семестр</b>                   |   |                 |                         |
| 1 Одиночные антенные излучатели    | Симметричный электрический вибратор           | 6               | ПК-3                    |
|                                    | Итого   | 6               |                         |
| 3 Линейные антенные решетки        | Линейные антенны                              | 4               | ПК-3                    |
|                                    | Итого   | 4               |                         |
| 6 Апертурные антенны               | Исследование рупорных антенн                  | 4               | ПК-3                    |
|                                    | Параболические зеркальные антенны             | 4               | ПК-3                    |
|                                    | Итого   | 8               |                         |
| Итого за семестр                   |   | 18              |                         |
| Итого                              |   | 18              |                         |

### 5.4. Лабораторные занятия

Не предусмотрено учебным планом

### 5.5. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

### 5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6. – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

| Названия разделов (тем) дисциплины | Виды самостоятельной работы | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции | Формы контроля |
|------------------------------------|-----------------------------|-----------------|-------------------------|----------------|
| <b>3 семестр</b>                   |                             |                 |                         |                |

|   |                               |   |      |                 |
|---|-------------------------------|---|------|-----------------|
| 1 Однoчные антенные излучатели  | Подготовка к зачету с оценкой | 2 | ПК-3 | Зачёт с оценкой |
|   | Подготовка к тестированию     | 2 | ПК-3 | Тестирование    |
|   | Итого                         | 4 |      |                 |
| 2 Система двух связанных вибраторов   | Подготовка к зачету с оценкой | 2 | ПК-3 | Зачёт с оценкой |
|   | Подготовка к тестированию     | 2 | ПК-3 | Тестирование    |
|   | Итого                         | 4 |      |                 |
| 3 Линейные антенные решетки   | Подготовка к зачету с оценкой | 2 | ПК-3 | Зачёт с оценкой |
|   | Подготовка к тестированию     | 2 | ПК-3 | Тестирование    |
|   | Итого                         | 4 |      |                 |
| 4 Адаптивные цифровые антенные решетки  | Подготовка к зачету с оценкой | 2 | ПК-3 | Зачёт с оценкой |
|   | Подготовка к тестированию     | 2 | ПК-3 | Тестирование    |
|   | Итого                         | 4 |      |                 |
| 5 Питание и согласование антенных решеток   | Подготовка к зачету с оценкой | 2 | ПК-3 | Зачёт с оценкой |
|   | Подготовка к тестированию     | 2 | ПК-3 | Тестирование    |
|   | Итого                         | 4 |      |                 |
| 6 Апертурные антенны  | Подготовка к зачету с оценкой | 2 | ПК-3 | Зачёт с оценкой |
|   | Подготовка к тестированию     | 2 | ПК-3 | Тестирование    |
|   | Итого                         | 4 |      |                 |
| 7 Электромагнитная безопасность подвижной радиосвязи  | Подготовка к зачету с оценкой | 2 | ПК-3 | Зачёт с оценкой |
|   | Подготовка к тестированию     | 2 | ПК-3 | Тестирование    |
|   | Итого                         | 4 |      |                 |
| 8 Условия распространения радиоволн в сетях мобильной связи   | Подготовка к зачету с оценкой | 2 | ПК-3 | Зачёт с оценкой |
|   | Подготовка к тестированию     | 2 | ПК-3 | Тестирование    |
|   | Итого                         | 4 |      |                 |
| 9 Распространение радиоволн в свободном пространстве. Распространение земных радиоволн. Расчет зон обслуживания базовых станций | Подготовка к зачету с оценкой | 2 | ПК-3 | Зачёт с оценкой |
|   | Подготовка к тестированию     | 2 | ПК-3 | Тестирование    |
|   | Итого                         | 4 |      |                 |

|                  |    |  |
|------------------|----|--|
| Итого за семестр | 36 |  |
| Итого            | 36 |  |

### 5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

| Формируемые компетенции | Виды учебной деятельности |            |           | Формы контроля                |
|-------------------------|---------------------------|------------|-----------|-------------------------------|
|                         | Лек. зан.                 | Прак. зан. | Сам. раб. |                               |
| ПК-3                    | +                         | +          | +         | Зачёт с оценкой, Тестирование |

## 6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

### 6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

| Формы контроля           | Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра | Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ | Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра | Всего за семестр |
|--------------------------|--|---|---|------------------|
| <b>3 семестр</b>         |  |   |   |                  |
| Зачёт с оценкой          | 20   | 20  | 30  | 70               |
| Тестирование             | 10   | 10  | 10  | 30               |
| Итого максимум за период | 30   | 30  | 40  | 100              |
| Нарастающим итогом       | 30   | 60  | 100   | 100              |

### 6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Пересчет баллов в оценки за текущий контроль представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

| Баллы на дату текущего контроля                       | Оценка |
|---|--------|
| ≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату ТК         | 5      |
| От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 4      |
| От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 3      |
| < 60% от максимальной суммы баллов на дату ТК         | 2      |

### 6.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

| Оценка                | Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен | Оценка (ECTS)         |
|-----------------------|--|-----------------------|
| 5 (отлично) (зачтено) | 90 – 100   | A (отлично)           |
| 4 (хорошо) (зачтено)  | 85 – 89  | B (очень хорошо)      |
|                       | 75 – 84  | C (хорошо)            |
|                       | 70 – 74  | D (удовлетворительно) |

|                                      |                |                         |
|--------------------------------------|----------------|-------------------------|
| 3 (удовлетворительно) (зачтено)      | 65 – 69        | Е (посредственно)       |
|                                      | 60 – 64        |                         |
| 2 (неудовлетворительно) (не зачтено) | Ниже 60 баллов | F (неудовлетворительно) |

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1. Основная литература

1. Антенны и устройства (СВЧ): расчет и измерение характеристик : учебное пособие для вузов / Ю. Е. Мительман, Р. Р. Абдуллин, С. Г. Сычугов, С. Н. Шабунин ; под общей редакцией Ю. Е. Мительмана. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 138 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/492640>.

### 7.2. Дополнительная литература

1. Потапов, Л. А. Электродинамика и распространение радиоволн : учебное пособие для вузов / Л. А. Потапов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 196 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/514146>.

### 7.3. Учебно-методические пособия

#### 7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Антенны и фидеры: Учебно-методическое пособие для практических занятий / Г. Г. Гошин - 2018. 236 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/8324>.

2. Организация самостоятельной работы: Учебно-методическое пособие / Д. О. Ноздреватых, Б. Ф. Ноздреватых - 2018. 23 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/7867>.

#### 7.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

##### Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

##### Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

##### Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

### 7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: <https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh>.

## 8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

### 8.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с достаточным количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.



## **8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий**

Учебно-научная лаборатория микроволновых устройств и антенн: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 225/1 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

Анализатор спектра FieldFox №9917A (с опциями 210,211,233,235) 2 шт.

Анализатор спектра FSP30

Ванна ультразвуковая ванна R3

Дымоуловитель ST-1202D 2 шт.

Источник питания PS6050 (PS3800) 2 шт.

Источник питания постоянного тока DP831A.Rigol 8 шт.

Источник тока для сварки-пайки ИТСП-2П

Компрессор СБ4/С-100.LB30A

Микроскоп Альтами CM0745 3 шт.

Монитор MSI 27" Pro MP271 14 шт.

Мультиметр цифровой MY64

МФУ лазерное

Набор инструментов Kraftform Kompakt 100 2 шт.

Набор инструментов электрика РК-1900NB 2 шт.

Осциллограф Keysight MXR604A

Осциллограф цифровой MSO5104.Rigol 2 шт.

Радио программно-определяемое ADALM-Pluto Sdr 16 шт.

Системный блок 2 4 шт.

Системный блок AMD Ryzn 7 6 шт.

Станция паяльная Quick-967 ESD 2 шт.

Станция паяльная термовоздушная Quick 990AD 2 шт.

Стол рабочий CP-14-7 в сборке 1 9 шт.

Стол рабочий CP-14-7 в сборке 2 5 шт.

Термостол НП 17-12 2 шт.

- Комплект специализированной учебной мебели;

- Рабочее место преподавателя.

## **8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы**

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;

- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 209 ауд.;

- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;

- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- учебная мебель;

- компьютеры;

- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;

- OpenOffice;

- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;

- 7-Zip;

- Google Chrome.

## **8.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями зрения** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

## 9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

### 9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

| Названия разделов (тем) дисциплины        | Формируемые компетенции | Формы контроля  | Оценочные материалы (ОМ)               |
|---|-------------------------|-----------------|--|
| 1 Одиночные антенные излучатели           | ПК-3                    | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
|   |                         | Тестирование    | Примерный перечень тестовых заданий    |
| 2 Система двух связанных вибраторов       | ПК-3                    | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
|   |                         | Тестирование    | Примерный перечень тестовых заданий    |
| 3 Линейные антенные решетки               | ПК-3                    | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
|   |                         | Тестирование    | Примерный перечень тестовых заданий    |
| 4 Адаптивные цифровые антенные решетки    | ПК-3                    | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
|   |                         | Тестирование    | Примерный перечень тестовых заданий    |
| 5 Питание и согласование антенных решеток | ПК-3                    | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
|   |                         | Тестирование    | Примерный перечень тестовых заданий    |
| 6 Апертурные антенны                      | ПК-3                    | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
|   |                         | Тестирование    | Примерный перечень тестовых заданий    |

|   |      |                 |  |
|---|------|-----------------|--|
| 7 Электромагнитная безопасность подвижной радиосвязи  | ПК-3 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
|   |      | Тестирование    | Примерный перечень тестовых заданий    |
| 8 Условия распространения радиоволн в сетях мобильной связи   | ПК-3 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
|   |      | Тестирование    | Примерный перечень тестовых заданий    |
| 9 Распространение радиоволн в свободном пространстве. Распространение земных радиоволн. Расчет зон обслуживания базовых станций | ПК-3 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
|   |      | Тестирование    | Примерный перечень тестовых заданий    |

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

| Оценка                     | Баллы за ОМ                                | Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения |   |  |
|----------------------------|--|---|---|--|
|                            |  | знать   | уметь   | владеть  |
| 2<br>(неудовлетворительно) | < 60% от максимальной суммы баллов         | отсутствие знаний или фрагментарные знания  | отсутствие умений или частично освоенное умение             | отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков              |
| 3<br>(удовлетворительно)   | от 60% до 69% от максимальной суммы баллов | общие, но не структурированные знания   | в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение | в целом успешное, но не систематическое применение навыков           |
| 4 (хорошо)                 | от 70% до 89% от максимальной суммы баллов | сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания                             | в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение    | в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков |
| 5 (отлично)                | ≥ 90% от максимальной суммы баллов         | сформированные систематические знания   | сформированное умение                                       | успешное и систематическое применение навыков                        |

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

| Оценка | Формулировка требований к степени компетенции |
|--------|---|
|--------|---|

|                            |  |
|----------------------------|--|
| 2<br>(неудовлетворительно) | Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или<br>Знать на уровне <b>ориентирования</b> , представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения. |
| 3<br>(удовлетворительно)   | Знать и уметь на <b>репродуктивном</b> уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.   |
| 4 (хорошо)                 | Знать, уметь, владеть на <b>аналитическом</b> уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения.   |
| 5 (отлично)                | Знать, уметь, владеть на <b>системном</b> уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины.                             |

### 9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. Выберите верное определение антенной решетки:
  - 1) Антенная с большой апертурой;
  - 2) Антенна, состоящая из нескольких излучателей и параболического зеркала;
  - 3) Сложная антенна, состоящая из совокупности отдельных антенн, расположенных в пространстве особым образом;
  - 4) Антенная со сложной конструкцией.
2. Выберите верное продолжение: «С увеличением шага расположения элементов антенной решетки...»:
  - 1) Ширина диаграммы направленности уменьшается;
  - 2) Ширина диаграммы направленности увеличивается;
  - 3) Ширина диаграммы направленности не меняется;
  - 4) Ширина диаграммы направленности не зависит от шага расположения элементов антенной решетки.
3. Выберите верное определение коэффициента направленного действия антенной решетки:
  - 1) Отношение квадрата напряженности поля, создаваемого антенной в данном направлении, к среднему значению квадрата напряженности поля по всем направлениям;
  - 2) Отношение квадрата напряженности поля, создаваемого антенной в данном направлении, к среднему значению;
  - 3) Отношение напряженности поля, создаваемого антенной в данном направлении, к среднему значению;
  - 4) Отношение напряженности поля, создаваемого антенной в данном направлении, к квадрату среднего значения.
4. Выберите верное продолжение «С увеличением габаритных размеров антенной решетки...»:
  - 1) Коэффициент усиления увеличивается;
  - 2) Коэффициент усиления уменьшается;
  - 3) Коэффициент усиления не меняется;
  - 4) Коэффициент усиления не зависит от размеров антенной решетки.
5. Выберите верный ответ:
  - 1) ЦФАР имеет только цифровые модули;
  - 2) ЦФАР имеет только аналоговые модули;

- 3) ЦФАР имеет аналоговые и цифровые модули;
  - 4) ЦФАР не имеет ни аналоговых, ни цифровых модулей.
6. Выберите верный ответ:
- 1) Излучаемая мощность сигнала активной ФАР определяется количеством антенных элементов и мощностью передатчика ППМ;
  - 2) Излучаемая мощность сигнала активной ФАР определяется количеством антенных элементов;
  - 3) Излучаемая мощность сигнала активной ФАР определяется мощностью передатчика ППМ;
  - 4) Излучаемая мощность сигнала активной ФАР не зависит от количества антенных элементов.
7. Диаграмма направленности антенной решетки равна:
- 1) Произведению диаграммы направленности антенного элемента на множитель решетки;
  - 2) Диаграмме направленности антенного элемента;
  - 3) Сумме диаграмм направленности всех антенных элементов;
  - 4) Произведению диаграмм направленности всех антенных элементов.
8. Антенные элементы ФАР:
- 1) Не влияют друг на друга;
  - 2) Имеют взаимное влияние;
  - 3) Имеют взаимное влияние только при излучении;
  - 4) Имеют взаимное влияние только при приеме.
9. Сигнал на выходе ФАР получается путем:
- 1) Сложения всех сигналов с антенных элементов, учитывая соответствующие им комплексные весовые коэффициенты;
  - 2) Сложения всех сигналов с антенных элементов, без учета соответствующих им комплексных весовых коэффициентов;
  - 3) Произведения всех сигналов с антенных элементов;
  - 4) Вычитания всех сигналов с антенных элементов, учитывая соответствующие им комплексные весовые коэффициенты.
10. Приемный тракт ЦФАР состоит из:
- 1) МШУ, смесителя, гетеродина, УПЧ;
  - 2) МШУ, смесителя, гетеродина, УПЧ, АЦП, квадратурного формирователя;
  - 3) Смесителя, гетеродина, УПЧ, АЦП, квадратурного формирователя;
  - 4) МШУ, смесителя, гетеродина, УПЧ, квадратурного формирователя.

### **9.1.2. Перечень вопросов для зачета с оценкой**

1. Классификация фазированных антенных решеток по области применения в современных радиолокационных системах.
2. Классификация фазированных антенных решеток в соответствии с их техническими характеристиками.
3. Особенности применения фазированных антенных решеток в активных и пассивных радиолокационных системах.
4. Основные параметры и характеристики фазированных антенных решеток.
5. Математическая модель фазированных антенных решеток, ее элементов и узлов.

### **9.2. Методические рекомендации**

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами

электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном журнале по дисциплине.

### **9.3. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 9.4.

Таблица 9.4 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

| Категории обучающихся                         | Виды дополнительных оценочных материалов  | Формы контроля и оценки результатов обучения   |
|---|---|--|
| С нарушениями слуха                           | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы                        | Преимущественно письменная проверка  |
| С нарушениями зрения                          | Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам   | Преимущественно устная проверка (индивидуально)  |
| С нарушениями опорно-двигательного аппарата   | Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету | Преимущественно дистанционными методами  |
| С ограничениями по общемедицинским показаниям | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы         | Преимущественно проверка методами, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки |

### **9.4. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;

- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

**Для лиц с нарушениями зрения:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПИШ  
протокол № 7 от « 4 » 6 2024 г.

### СОГЛАСОВАНО:

| Должность                          | Инициалы, фамилия | Подпись  |
|------------------------------------|-------------------|--|
| Заведующий выпускающей каф. ПИШ    | А.Г. Лоцилов      | Согласовано,<br>55af61de-b8ed-4780-<br>9ba6-8adedc18f4ec |
| Заведующий обеспечивающей каф. ПИШ | А.Г. Лоцилов      | Согласовано,<br>55af61de-b8ed-4780-<br>9ba6-8adedc18f4ec |
| Начальник учебного управления      | И.А. Лариошина    | Согласовано,<br>c3195437-a02f-4972-<br>a7c6-ab6ee1f21e73 |

### ЭКСПЕРТЫ:

|  |               |  |
|--|---------------|--|
| Заместитель директора по образованию, каф.<br>Передовая инженерная школа "Электронное<br>приборостроение и системы связи" им. А.В. Кобзева | Ю.В. Шульгина | Согласовано,<br>ea49db22-c3de-481e-<br>88a5-479145e4aa44 |
| Доцент, каф. Передовая инженерная школа<br>"Электронное приборостроение и системы связи" им.<br>А.В. Кобзева                               | А.В. Фатеев   | Согласовано,<br>595be322-a579-4ae5-<br>8d93-e5f4ee9ceb7d |

### РАЗРАБОТАНО:

|  |             |  |
|--|-------------|--|
| Доцент, каф. Передовая инженерная школа<br>"Электронное приборостроение и системы связи" им.<br>А.В. Кобзева | А.В. Фатеев | Разработано,<br>595be322-a579-4ae5-<br>8d93-e5f4ee9ceb7d |
|--|-------------|--|